

УДК 552.331'322.6 (477.6)

Г.Л. Кравченко

О ПРИРОДЕ БОГАТЫХ ИЛЬМЕНИТОМ ГОРНБЛЕНДИТОВ И КАРБОНАТНЫХ ПОРОД КУКСУНГУРА (ЗАПАДНОЕ ПРИАЗОВЬЕ)

Охарактеризованы нижнепротерозойские (2100 млн лет) обогащенные ильменитом пироксеновые горнблендиты, выявленные вне массивов пород щелочно-ультрасосновой формации. Они образуют пластовые тела (дайки) среди ильменитсодержащих флогопит-диопсид-форстеритовых кальцифиров и амфибол-биотитовых гнейсов на Куксунгурском железорудном месторождении. По содержанию элементов-примесей рассматриваемые породы наиболее близки к щелочным пироксенитам Бегим-Чокракского проявления щелочных ультрабазитов и карбонатитов. В пироксеновых горнблендитах отсутствуют щелочные породообразующие минералы, но в них обнаружено повышенное содержание TiO_2 (2,37—12,45 %), а также сочетание таких "несовместимых" элементов, как Cr, Ni, Co с элементами литофильной группы — Nb, TR, Zr и др., что характерно для ультрабазитов карбонатитовых комплексов.

Вступление. Щелочные ультрабазиты и карбонатиты Новополтавского месторождения и Бегим-Чокракского проявления, образующие линзовидные тела единого линейно-вытянутого массива, расположены в пределах крупной Лозоватской антиклинали субмеридионального простирания и приурочены к Черниговской тектонической зоне [3, 12, 14]. Эта зона по результатам геофизических и буровых исследований прослежена в направлении СВ 20—30° (ЮЗ 200—210°) на расстоянии 50—60 км от Конкского разлома до побережья Азовского моря [16]. Ранее предполагалось [3], что породы карбонатитового комплекса могут быть выявлены на южном продолжении Черниговской зоны в пределах железорудных месторождений Куксунгур или Корсак-Могила. Вместе с тем при глубинном геологическом картировании указанной зоны было установлено [16], что эти образования выклиниваются в 10 км к югу от Бегим-Чокракского проявления в районе с. Просторое (Просторовское проявление).

В 80-х гг. прошлого столетия в Западном Приазовье были выявлены дайки щелочных метаультрабазитов-горнблендитов [4], которые

распространены вне массивов пород щелочно-ультрасосновой формации, развитых в Черниговской тектонической зоне. Близкие по составу (но с клинопироксеном) дайки щелочных метаультрабазитов-горнблендитов (интенсивно ослюденелых и рассланцованных) выявлены недавно и на железорудном месторождении Куксунгур. Справедливости ради отметим, что эти породы как роговообманково-биотит-диопсидовые и биотит-амфиболовые сланцы ранее были отмечены здесь и другими исследователями ([6], материалы В.П. Кривоноса и др., 1979), но детальным изучением их геохимических и минералогических особенностей до сих пор никто не занимался.

Магнетитовые кварциты месторождения Куксунгур, как и подстилающие и перекрывающие их биотитовые, амфибол-биотитовые, графитовые, гранат-биотитовые и другие гнейсы и мигматиты, а также карбонатные породы, амфиболовые сланцы и амфиболиты (демьяновская и темрюкская свиты центральной приазовской серии, неoarхей) достаточно детально охарактеризованы в работах [6, 13]. Ослюденелые и рассланцованные щелочные метаультрабазиты — пироксеновые горнблендиты — в виде пластовых, реже секущих тел (даек) отмечаются в надрудной толще Куксун-

© Г.Л. Кравченко, 2010

гурского месторождения преимущественно среди кальцифиров и мраморов (скв. 94, 8-а), реже — среди роговообманково-биотитовых (скв. 65, 246), биотитовых гнейсов и мигматитов (скв. 88). Контакты их с вмещающими породами резкие, реже расплывчатые; мелкозернистые структуры закалки в эндоконтактных зонах не установлены. Мощность рассматриваемых образований изменяется от 1–10 см до 1–5 м, изредка 8,3 м (скв. 8-а, гл. 158,7–167,0 м). Следует отметить, что на железорудном месторождении Корсак-Могила также встречены ослюденелые (но двупироксеновые) горнблендиты, залегающие среди серпентинитов, плагиоклазовых амфиболитов и биотит-роговообманково-плагиоклазовых гнейсов в виде мощных (38–43 м) пластовых тел [11]. Однако по геохимическим и минералогическим особенностям они существенно отличаются от куксунгурских пироксеновых горнблендитов.

Минеральный состав и петрогеохимические особенности горнблендитов. Пироксеновые горнблендиты представлены зеленовато-темно-серыми до черных мелко-среднезернистыми, реже неравномернотекстурными бесполовошпатовыми, неравномерно ослюденелыми и повсеместно рассланцованными породами, что сближает их с метаморфическими сланцами. Вместе с вмещающими их карбонатными породами и гнейсами разного состава они подвергались не только структурно-динамическим, но и минеральным преобразованиям в процессе высоко- и низкотемпературных наложенных метасоматических процессов [13]. Минеральный состав, %: клинопироксен — 25–65, роговая обманка — 20–60, биотит — 8–45, ильменит — от 1–2 до 7–8, магнетит — 3–5, сфен — 2–3, апатит — 1–2, циркон, пирротин, пирит, карбонат. Структура лепидогранобластовая, иногда пойкилобластовая, текстура сланцеватая.

Клинопироксен — один из главных породообразующих минералов рассматриваемых пород. В шлифах бесцветный или бледно-зеленоватый, не плеохроит. Судя по химическому составу (табл. 1, ан. 3), он относится к клинопироксенам диопсид-геденбергитового ряда (миналы, %: диопсид — 58,7, геденбергит — 32,7) и характеризуется повышенным значением глиноземистости ($al = 9,2\%$) и кальциевости ($\overline{Ca} = 47,1\%$), невысоким — щелочности (1,5 % эгиринового минала), об-

щей железистости (36,5 %), титанистости (0,22 % TiO_2) и степени окисления железа (0,09); по соотношению $CaSiO_3 - MgSiO_3 - FeSiO_3$ он относится к салиту, а по классификации Н.Л. Добрецова и др. [5] — к салитавгиту. С помощью спектрального анализа в клинопироксене выявлены, г/т: Mn — 1500, Ni — 150, Co — 10, V — 30, Cr — 80, Sc — 30. В отличие от охарактеризованного выше, клинопироксен из двупироксенового горнблендита Корсак-Могила (табл. 1, ан. 2) характеризуется, наоборот, пониженными кальциевостью ($\overline{Ca} = 44,8\%$) и глиноземистостью ($al = 4,1\%$), более высокими значениями магнетиальности ($f_{общ} = 19,0\%$), степени окисления железа (0,37) и, весьма неожиданно, щелочности (4,6 % эгиринового минала). На диаграмме Хесса он располагается в поле авгита.

Амфиболы из пироксеновых горнблендитов, залегающих в толще карбонатных пород, представлены зелеными гастингситами (табл. 1, ан. 9) и гастингситовыми роговыми обманками (ан. 10), для которых характерны повышенные значения $f_{общ}$ (59–62 %), щелочности ($a_{Ca} = 21,7-25,6\%$), титанистости ($Ti = 0,115-0,13$ ф. е.) и глиноземистости ($a_{Si} = 21,7-23,7\%$; $a_{VI}^{3+} = 20,1-23,6\%$). С помощью спектрального анализа в упомянутых амфиболах установлены, г/т: Mn — 1500–5000, Ni — 200–500, Co — 30–50, Ti — 5000–6000, V — 150–250, Cr — 200–300, Zr — 60–300, Nb — 8–10, Pb — 20–60, Zn — 300, Sc — 30–60, Y — 10–40, Ba — 100–200. В то же время амфиболы из пироксеновых горнблендитов, слагающих прослойки (дайки) среди амфибол-биотит-плагиоклазовых гнейсов, представлены светло- и бледно-зелеными актинолитами (табл. 1, ан. 5) и актинолитовыми роговыми обманками (ан. 6). Этим минералам свойственна более высокая железистость ($f_{общ} = 26,5-31,2\%$), заметно пониженное значение глиноземистости ($a_{Si} = 5,2-7,9\%$; $a_{VI}^{3+} = 10,3-10,6\%$), неравномерное насыщение Ca (1,77–1,815 ф. е.) и щелочами ($a_{Ca} = 9,7-16,1\%$). Роговая обманка из пироксеновых горнблендитов Корсак-Могила (табл. 1, ан. 4) существенно отличается от охарактеризованных выше. Для нее характерны низкие значения $f_{общ}$, титанистости, умеренные — глиноземистости, кальциевости и несколько повышенные — щелочности (причем всегда $Na > K$), что по составу приближает ее к эдениту [11]. В плагиоклазовых амфиболитах, также

Таблица 1. Химический состав клинопироксенов и роговых обманок из пироксеновых горнблендитов, амфиболитов и кальцифиров, %

Table 1. Chemical composition of clinopyroxenes and hornblendes from pyroxene hornblendites, amphibolites and calciphyres, %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	52,07	53,45	50,37	50,28	52,46	50,97	45,42	42,58	40,12	41,27
TiO ₂	0,12	0,07	0,22	0,65	0,40	0,70	0,73	1,40	1,12	0,98
Al ₂ O ₃	1,19	0,98	2,30	5,69	4,11	4,79	10,04	12,08	13,04	11,43
Fe ₂ O ₃	0,66	2,55	1,16	3,09	2,18	2,56	3,21	5,47	5,26	4,84
FeO	3,24	3,96	10,55	6,49	8,64	10,20	10,20	13,18	15,53	16,95
MnO	0,10	0,19	0,33	He обн.	0,35	0,30	0,24	0,31	0,22	0,24
MgO	17,26	15,45	11,70	18,32	17,10	15,80	13,86	9,42	8,00	7,42
CaO	25,03	21,54	22,82	11,34	11,71	11,45	12,86	11,10	12,11	12,52
Na ₂ O	0,10	0,65	0,20	1,79	0,56	0,92	1,00	1,40	1,10	1,00
K ₂ O	0,10	He обн.	He обн.	0,46	0,19	0,44	0,70	0,32	1,80	1,40
H ₂ O ⁻	He обн.	0,03	0,12	0,01	0,52	0,14	He обн.	0,46	0,20	He обн.
П. п. п.	0,60	0,88	0,35	1,24	1,34	1,68	2,08	2,01	1,90	2,31
Сумма	100,47	99,75	100,12	99,61	99,56	100,05	100,44	99,73	100,40	100,39
d, г/см ³	3,270	—	3,385	—	—	—	3,172	—	3,273	3,231
n _g	1,702	1,707	1,719	1,660	1,648	1,666	1,671	1,686	1,691	1,694
f _{общ}	11,3	19,0	36,5	22,0	26,5	31,2	35,1	52,3	59,0	62,0
f ₀	0,15	0,37	0,09	0,30	0,19	0,18	0,22	0,27	0,23	0,20
al, %	4,9	4,1	9,2	—	—	—	—	—	—	—
\overline{Ca}	48,1	44,8	47,1	—	—	—	—	—	—	—
\overline{Mg}	46,1	44,7	33,6	—	—	—	—	—	—	—
\overline{Fe}	5,8	10,5	19,3	—	—	—	—	—	—	—
a _{Si}	—	—	—	9,6	5,2	7,9	17,4	20,3	23,7	21,7
a _{VI³⁺}	—	—	—	11,4	10,6	10,3	15,1	25,2	23,6	20,1
a _{Ca}	—	—	—	24,9	9,7	16,1	16,6	21,1	25,6	21,7

Примечание. Сумма компонентов приведена с вычетом 0,42 F. *Анализы*: 1 — диопсид из ильменит-содержащего флогопит-диопсид-форстеритового кальцифира, скв. 94, гл. 302,5—303,5 м; железорудное месторождение Куксунгур, обр. 388; 2 — то же эгиринсодержащий из пироксенового горнблендита, скв. 44, гл. 172,5—174,0 м; железорудное месторождение Корсак-Могила, обр. 683; 3 — салит из пироксенового горнблендита, скв. 8-а, гл. 211,5—212,0 м; Куксунгур, обр. 243; 4 — эденит из пироксенового горнблендита, скв. 44, гл. 172,5—174,0 м; Корсак-Могила, обр. 683; 5 — актинолит из горнблендита, скв. 65, гл. 235,5—236,5 м; Куксунгур, обр. 526; 6 — актинолитовая роговая обманка из горнблендита, скв. 246, гл. 39,0—39,2 м; Сергеевское железорудное месторождение (Каменная Могила), обр. 575; 7 — магнезиальная роговая обманка из плагиоклазового амфиболита, скв. 8-а, гл. 522,25 м; Куксунгур, обр. 246; 8 — феррочермакитовая роговая обманка из плагиоклазового амфиболита, скв. 65, гл. 256,5—257,5 м; Куксунгур, обр. 527; 9 — гастингсит из пироксенового горнблендита, скв. 8-а, гл. 211,5—212,0 м; Куксунгур, обр. 243; 10 — гастингситовая роговая обманка из пироксенового горнблендита, скв. 8-а, гл. 161,25 м; там же, обр. 240. Кроме того, определено, %: ан. 4—0,43 F; ан. 6 — 0,18 F; ан. 7 — 0,08 F, 0,05 Cr₂O₃; ан. 10 — 0,05 F. *Коэффициенты*: f_{общ} = [(Fe²⁺ + Fe³⁺ + Mn)/(Fe²⁺ + Fe³⁺ + Mn + Mg)] · 100 %; f₀ = Fe³⁺/(Fe²⁺ + Fe³⁺); al = [Al/(Al + Fe²⁺ + Fe³⁺ + Mn + Mg)] · 100 %; \overline{Ca} = [Ca/(Mg + Fe²⁺ + Fe³⁺ + Ca + Mn)] · 100 %; \overline{Mg} = [Mg/(Mg + Fe²⁺ + Fe³⁺ + Ca + Mn)] · 100 %; \overline{Fe} = [Fe/(Mg + Fe²⁺ + Fe³⁺ + Ca + Mn)] · 100 %; a_{Si} = [(Al_{IV} + Ti_{IV})/(Al_{IV} + Ti_{IV} + Si_{IV})] · 100 %; a_{VI³⁺} = [(Al_{VI} + Ti + Fe³⁺)/(Mg + Fe²⁺ + Fe³⁺ + Al_{VI} + Ti + Mn)] · 100 %; a_{Ca} = [(Na + K)/(Na + K + Ca)] · 100 %. *Анализы* выполнены в химической лаборатории ИГМР им. Н.П. Семеновко НАН Украины, аналитики Б.В. Мирская (ан. 1, 3, 7, 9, 10), А.Я. Ротарь (ан. 2, 4, 5, 8), Г.А. Скринник (ан. 6).

иногда встречающихся на месторождении Куксунгур, амфиболы представлены зелеными роговыми обманками, которые характеризуются переменными значениями $f_{\text{общ}}$, глиноземистости, кальциевости и щелочности, что позволяет выделить среди них магниезильменитовую (табл. 1, ан. 7) и феррочермакитовую (ан. 8) разновидности роговых обманок.

Биотит наблюдается в виде пластинок и чешуек, которые слагают самостоятельные прослойки мощностью до 1–2 мм или рассеяны в общей массе породы. Как следует из результатов химического анализа (табл. 2, ан. 8, 9), оранжево- и красновато-бурый биотит из пироксеновых горнблендитов, залегающих в толще карбонатных пород, характеризуется повышенными $f_{\text{общ}}$ (55,3–61,7%), титанистостью ($Ti = 0,18–0,23$ ф. е.) и глиноземистостью ($al_{IV} = 30,9–31,3$ %; $al = 19,0–21,0$ %). Биотит из пироксеновых горнблендитов, залегающих среди амфибол-биотит-плаггиоклазовых гнейсов (табл. 2, ан. 5, 6), отличается светло- или темно-зеленовато-бурой окраской, меньшим количеством Ti, глинозема и несколько повышенным содержанием F (до 0,33–0,48 %). С помощью спектрального анализа в биотите обнаружены, г/т: Mn — 600–1000, Ni — 300–800, Co — 30–60, Ti > 10000, V — 150–300, Cr — 200–800, Zr — 100–150, Nb — 2–30, Zn — 300–500, Li — 60–100, Ba — 1500–3000. Подобны описанным выше по окраске и химическому составу (табл. 2, ан. 8, 9) биотиты из плаггиоклазовых амфиболитов (табл. 2, ан. 7). На контакте пироксеновых горнблендитов с мигматитами иногда отмечаются прослойки (3–5 см) слюдитов, в которых биотит представлен зеленовато-темно-бурыми чешуйками, близкими по составу к таковым из пироксеновых горнблендитов, залегающих среди амфибол-биотит-плаггиоклазовых гнейсов (табл. 2, ан. 5, 6).

Ильменит (иногда в ассоциации с магнетитом) образует мелкую (0,1–0,3 мм) вкрапленность в основной массе породы, но чаще наблюдается в виде ксеноморфных или пластинчатых вростков в зернах роговой обманки, реже в биотите. Изредка отмечаются его гнездовидные обособления (до 1,0 мм), иногда — нечеткие прослойки, сложенные разобщенными мелкозернистыми выделениями ильменита (скв. 8-а, гл. 159,0 м). В отдельных участках наблюдаются сростки ильменита со сфеном или развитие последнего в виде каймы по

ильмениту. Химический состав ильменита из пироксеновых горнблендитов не изучен, однако есть оригинальные результаты химических анализов этих минералов из довольно меланократовых ильменитосодержащих куксунгурских кальцифиров, но об этом ниже.

Магнетит — изометричные и удлиненные зерна размером до 0,2–0,5 мм. Иногда в виде довольно густой вкрапленности он приурочен к определенным нечетким прослойкам, часто ассоциирует с ильменитом и сфеном. Химический состав магнетита не изучен. Сфен в виде удлиненных, часто чечевицепоподобных зерен наблюдается во всех разновидностях описываемых пород. Ему свойственна бурая окраска разной интенсивности — от светлой до темной. Судя по химическому составу (табл. 3, ан. 11), сфен характеризуется невысоким содержанием ΣTR_2O_3 (0,28 %), для которой характерен комплексный Y-Ce состав. В группу Ti, помимо Mg и Al, входят Fe^{3+} и Fe^{2+} , с повышенным содержанием которых связано усиление интенсивности бурой окраски. С помощью спектрального анализа в сфене установлены, г/т: V — 60–300, Cr — 150–200, Nb — 2000, Ta — 100–200, La — 400, Ce — 500, Y — 100–200. Приведенные данные свидетельствуют о том, что изученный сфен, как и сфен из щелочных пироксенитов Бегим-Чокракского проявления [12], служит минералом-концентратором Nb и Ta.

Апатит — мелкие (0,01–0,05 мм) разрозненные бесцветные зерна, изредка образующие небольшие скопления. Как видно из результатов химического анализа (табл. 3, ан. 9), апатиту свойственно сравнительно невысокое содержание ΣTR_2O_3 (0,40 %) Y-Ce состава и повышенное количество F (2,55 %), что свидетельствует о принадлежности его к типичным фтор-apatитам или гидроксил-фтор-apatитам. С помощью спектрального анализа в апатите обнаружены, г/т: Mn — 500, Bi — 10, Pb — 30, Y — 150, Yb — 10, Ba — 100. Сульфиды представлены пирротинном и пиритом, которые встречаются в виде рассеянной вкрапленности и значительно реже образуют небольшие скопления.

В зонах тектонической активности и повышенной проницаемости в процессе низкотемпературного метасоматоза пироксеновые горнблендиты были преобразованы в зеленовато-темно-серые тонко-мелкозернистые неотчетливо рассланцованные альбит-эпидот-хлоритовые

метасоматиты. В них, по данным спектрального анализа, выявлены, г/т: Ti — >30000, Nb — 6—20, Cu — 400—500, Pb — 30—60.

Хлорит (40—45 %) — преобладающий минерал данных метасоматитов. Он отмечается в виде тонкочешуйчатого и пластинчатого агрегата зерен бледно-зеленоватого цвета с аномальной индиго-синей интерференционной окраской. По химическому составу (табл. 2, ан. 11) он принадлежит к группе магнезиально-железистых неокисленных среднеглиноземис-

тых ($al = [Al/(Al + Fe + Mg)] \cdot 100 = 30,6 \%$) и среднежелезистых ($f_{\text{общ}} = 40,8 \%$) хлоритов; по соотношению Si — $f_{\text{общ}}$ [19] относится к пикнохлоритам, а по классификации Кепежинскаса [9] — к прохлоритам, характерным для основных пород. С помощью спектрального анализа в хлорите (обр. 582) выявлены, г/т: Mn — 6000, Ni — 300, Co — 20, Ti — 2500, V — 80, Cr — 400, Nb — 3, Zn — 400.

Эпидот (20—25 %) — мелкие ксеноморфные зерна (до 0,1 мм) филадельфово-зеленого цвета

Таблица 2. Химический состав флогопита, биотита, эпидота, хлорита, %
Table 2. Chemical composition of phlogopite, biotite, epidote, chlorite, %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	36,95	39,02	38,70	35,87	37,76	38,04	35,61	35,55	35,27	36,08	29,03
TiO ₂	1,03	1,20	0,94	1,20	3,62	2,42	3,25	3,06	3,88	0,24	0,66
Al ₂ O ₃	19,48	15,57	15,55	17,14	13,74	15,32	16,21	14,02	15,44	21,07	17,00
Fe ₂ O ₃	0,06	0,66	1,06	1,13	2,21	2,32	3,78	3,40	2,42	15,55	0,92
FeO	0,72	0,82	3,02	12,98	15,23	13,01	16,73	22,23	19,96	1,30	21,07
MnO	Следы	0,01	Следы	0,01	0,19	0,18	0,19	0,20	0,08	0,06	0,34
MgO	25,23	26,69	26,24	17,30	14,58	16,31	12,81	8,87	10,08	0,42	18,19
CaO	0,21	0,45	Следы	1,12	0,22	0,49	0,63	0,45	0,77	23,42	0,70
Na ₂ O	0,38	0,54	0,24	0,20	0,17	0,10	0,20	0,14	0,20	0,06	0,10
K ₂ O	6,64	9,16	8,87	9,70	8,79	9,02	8,01	8,50	9,60	0,05	Следы
F	1,08	0,56	0,56	0,24	0,48	0,33	0,08	0,20	0,24	—	—
H ₂ O	0,18	Следы	Не обн.	0,24	0,08	Не обн.	Не обн.	0,16	Не обн.	Не обн.	0,32
П. п. п.	0,38	3,84	5,06	1,97	2,65	2,16	2,93	3,43	2,43	1,94	11,31
Сумма	99,77	99,61	100,00	100,20	99,52	99,56	100,40	100,13	100,27	100,19	99,64
<i>d</i> , г/см ³	2,866	—	—	2,932	—	3,06	—	—	3,140	—	—
<i>n_g</i>	1,560	1,569	1,583	1,643	1,628	1,617	1,637	1,661	1,651	1,776	1,625
<i>f_{общ}</i>	1,70	2,9	7,8	31,3	40,2	34,4	47,1	61,7	55,3	32,1	40,8
<i>f₀</i>	0,11	0,41	0,24	0,07	0,12	0,14	0,17	0,12	0,10	0,92	—
<i>al_{IV}</i>	30,4	31,0	32,8	31,4	28,3	28,1	32,5	30,9	31,3	—	—
<i>al_{VI}</i>	14,9	1,8	0,0	9,0	3,1	7,6	4,9	1,5	5,6	—	—
<i>al</i>	23,4	18,5	18,5	21,5	17,8	19,5	21,0	19,0	21,0	—	—

Примечание. Сумма компонентов приведена с вычетом 0,42 F. *Анализы*: 1 — бариевый флогопит из шпинель-флогопит-форстеритового мрамора, скв. 8-а, гл. 173,5 м; Куксунгур, обр. 253; 2 — барийсодержащий флогопит из флогопит-диопсид-форстеритового кальцифира, скв. 8-а, гл. 170—170,5 м; там же, обр. 242; 3 — флогопит из флогопит-диопсид-форстеритового кальцифира, скв. 159, гл. 537,0—538,0 м; там же, обр. 672; 4 — железистый барийсодержащий флогопит из ильменитсодержащего флогопит-диопсид-форстеритового кальцифира, скв. 94, гл. 329,3—330,0 м; там же, обр. 390; 5 — биотит из горнблендита, скв. 246, гл. 39,0—39,2 м; Сергеевское железорудное месторождение, обр. 575; 6 — то же, скв. 65, гл. 235,5—236,5 м; Куксунгур, обр. 526; 7 — то же из плагио-клазового амфиболита, скв. 65, гл. 256,5—257,5 м; там же, обр. 527; 8 — то же из пироксенового горнблендита, скв. 8-а, гл. 161,25 м; там же, обр. 240; 9 — то же, там же, гл. 211,5—212,0 м; обр. 243; 10 — эпидот из эпидот-хлоритового метасоматита, скв. 94, гл. 645,0—645,5 м; там же, обр. 583; 11 — хлорит из хлорит-эпидот-альбитового метасоматита, там же, гл. 639,0—640,5; обр. 582. Кроме того, определено, %: ан. 1 — 7,88 BaO; ан. 2 — 1,30 BaO, 0,02 P₂O₅; ан. 4 — 1,20 BaO. *Коэффициенты*: $f_{\text{общ}} = [Fe^{3+}/(Fe^{3+} + Al)] \cdot 100 \%$ (для эпидота); $al = [Al/(Al + Fe + Mg)] \cdot 100 \%$ (для хлорита); $al_{IV} = [Al_{IV}/(Al_{IV} + Si)] \cdot 100 \%$; $al_{VI} = [Al_{VI}/(Al_{VI} + Mg + Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn + Ti)] \cdot 100 \%$; $al = [Al/(Al + Mg + Fe + Mn + Si)] \cdot 100 \%$. *Анализы* выполнены в химической лаборатории ИГМР им. Н.П. Семеновко НАН Украины, аналитики Л.В. Годунова (ан. 2, 10), О.П. Красюк (ан. 6, 7), Р.Л. Левина (ан. 11), Б.В. Мирская (ан. 4, 9), С.П. Модленко (ан. 1), Г.А. Скринник (ан. 3, 5), А.А. Стрыгина (ан. 8).

Таблица 3. Химический состав карбонатов, апатита, сфена, ильменита, пирротина, %
Table 3. Chemical composition of carbonates, apatite, sphene, ilmenite, pyrrhotine, %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	0,26	0,66	0,10	1,47	1,30	2,03	0,30	0,40	0,03	0,28	29,47	0,26	0,45	0,10
TiO ₂	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не обн.	0,01	0,01	Следы	Следы	—	—	38,63	50,50	51,81	0,15
Al ₂ O ₃	Следы	Следы	Следы	0,35	0,15	0,05	0,78	0,05	0,19	0,26	1,00	0,22	0,22	0,28
TR ₂ O ₃	0,10	0,10	0,07	Не опр.	0,40	0,40	0,28	Не опр.	Не опр.	—				
Fe ₂ O ₃	0,04	Следы	0,05	1,07	"	"	Следы	0,01	0,15	0,36	1,39	3,67	2,12	—
FeO	0,70	0,72	1,58	0,07	0,24	0,53	1,15	0,29	—	—	0,37	44,10	41,95	—
MnO	0,18	0,15	0,19	0,07	0,02	0,13	0,08	0,08	0,02	—	—	0,26	0,39	0,003
MgO	2,57	2,58	2,56	1,60	2,64	2,22	20,80	21,75	0,08	0,34	0,09	1,01	3,05	0,27
CaO	52,12	52,16	51,49	52,55	51,56	51,94	30,16	31,32	54,39	53,64	29,06	Не обн.	Не обн.	0,07
Na ₂ O	0,02	0,02	0,01	0,05	0,10	0,10	0,08	0,08	0,10	—	—	—	—	0,15
K ₂ O	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	0,10	0,06	0,05	—	—	—	—	0,10
P ₂ O ₅	"	"	"	Не опр.	—	—	—	0,05	42,62	43,36	—	—	—	—
CO ₂	44,10	43,75	43,90	"	43,34	43,01	45,70	45,54	—	—	—	—	—	—
H ₂ O-	0,06	0,10	0,08	0,30	Не обн.	Следы	0,10	Не обн.	—	Не обн.	0,04	0,08	0,08	—
П. п. п.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	42,60	0,81	Не обн.	0,31	0,01	0,30	0,20	0,13	0,11	0,10	—
Сумма	100,45	100,36	100,50	100,13	100,17	100,02	99,56	99,64	99,85	100,09	100,46	100,46	100,41	100,123
d, г/см ³	3,06	2,57	2,72	—	—	—	—	—	—	—	3,527	4,822	4,696	4,616
f _{обн}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CaCO ₃	92,2	92,3	90,8	96,0	93,1	93,5	50,2	50,6	—	—	—	—	—	—
MgCO ₃	6,3	6,4	6,2	4,0	6,6	5,6	48,2	48,9	—	—	—	—	—	—
FeCO ₃	1,0	1,0	2,2	—	0,3	0,7	1,5	0,4	—	—	—	—	—	—
MnCO ₃	0,2	0,2	0,3	—	—	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—
SiCO ₃	0,3	0,1	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Пр и м е ч а н и е. Сумма компонентов приведена с вычетом 0,42 F. *Анализы*: 1 — кальцит из ильменитосодержащего флогопит-диопсид-форстеритового калцифира, скв. 94, гл. 302,5—303,5 м; Кукусунгур, обр. 388; 2 — то же, гл. 312,8—313,6 м; обр. 389; 3 — то же, гл. 329,3—330,0 м; обр. 390; 4 — то же из флогопит-диопсид-форстеритового калцифира, скв. 159, гл. 445,0—447,0 м; там же, обр. 667; 5 — то же из калцифира, скв. 8-а, там же, обр. 110-К [7]; 6 — то же, гл. 159, там же, обр. 85-К [7]; 7 — доломит из флогопит-диопсид-форстеритового калцифира, скв. 159, гл. 537,0—538,0 м; там же, обр. 672; 8 — то же из шпинель-флогопит-форстеритового мрамора, скв. 8-а, гл. 173,5 м; там же, обр. 253; 9 — апатит из пироксенового горнблендита, там же, гл. 163,0—163,5 м; обр. 241; 10 — то же из шпинель-флогопит-форстеритового мрамора, там же, гл. 173,5 м; обр. 253; 11 — сфен из пироксенового горнблендита, там же, гл. 163,0—163,5 м; обр. 241; 12 — ильменит из ильменитосодержащего флогопит-диопсид-форстеритового калцифира, скв. 94, гл. 329,3—330,0 м; там же, обр. 390; 13 — то же, там же, гл. 302,5—303,5 м; обр. 388; 14 — пирротин из флогопит-серпентин-диопсидового калцифира, там же, гл. 348,0—349,0 м; обр. 391. Кроме того, определено, %: ан. 1 — 0,30 SrO, сл. BaO; ан. 2 — 0,12 SrO, сл. BaO; ан. 3 — 0,47 SrO, сл. BaO; ан. 8 — сл. S; ан. 9 — 2,55 F; 0,05 Cl; ан. 10 — 2,16 F; ан. 12 — 0,06 Cr₂O₃, 0,04 V₂O₅, 0,15 Nb₂O₅; ан. 13 — 0,07 Cr₂O₃, 0,04 V₂O₅, 0,13 Nb₂O₅; ан. 14 — 60,08 Fe, 38,92 S. *Анализы* выполнены в химической лаборатории ИГМР им. Н.П. Семеновко НАН Украины, аналитики О.П. Красюк (ан. 9), Р.Л. Левина (ан. 1—3), Б.В. Мирская (ан. 10—14), А.А. Рогарь (ан. 4), А.А. Стрыгина (ан. 8), М.Л. Шайкевич (ан. 7).

с заметным плеохроизмом в желтых тонах и с характерной супернормальной интерференционной окраской. По химическому составу (табл. 2, ан. 10) эпидот из метасоматитов характеризуется высокой общей железистостью (32,1 %) и низкой глиноземистостью ($\Sigma \text{Al} = 2,01$ ф. е.), что свидетельствует о довольно низкотемпературных условиях образования содержащих его пород. Иногда в ассоциации с эпидотом отмечаются отдельные зерна клиноцоизита. С помощью спектрального анализа в эпидоте (обр. 583) обнаружены, г/т: Ti — 1000, V — 150, Cr — 80, Nb — 3, Sc — 10, Y — 50, Ba — 200.

Альбит и олигоклаз-альбит (30—35 %) представлены светлыми пятнисто-угасающими практически несдвойникованными зернами, среди которых иногда отмечаются мелкие выделения низкотемпературного кварца и реликтовые зерна зеленой роговой обманки.

Элементы-примеси, выявленные в куksунгурских пироксеновых горнблендитах, приведены в табл. 4. По их набору и содержанию исследованные породы наиболее близки к щелочным пироксенитам Бегим-Чокракского проявления щелочных ультрабазитов и карбонатитов [12], хотя между ними есть и определенные различия, касающиеся в основном сидерофильных элементов. В частности, горнблендиты Куksунгура, по сравнению с упомянутыми щелочными пироксенитами, харак-

теризуются практически одинаковыми значениями содержания Ti, V и Zr, но при этом содержат в 2 раза больше Ni, Co, в 3 раза — Cr и в 1,5 раза — Y (Ce и La, к сожалению, не определены). Бросается в глаза довольно высокое (в 2,5 раза больше, чем в щелочных пироксенитах Бегим-Чокракского участка) содержание в них Nb, что, без сомнения, подтверждает принадлежность этих пород к щелочно-ультраосновной формации. По сравнению с горнблендитами Корсак-Могилы, изученные породы содержат в 2—2,5 раза меньше Ni, Co, Ti, V, в 4 раза — Cr, в 4 раза больше — Zr, Sr, в 80 раз — Nb и лишь Ba присутствует в этих породах в одинаковых или близких количествах.

Существенные различия между куksунгурскими и корсак-могильскими горнблендитами, как видно из результатов химического анализа (табл. 5, ан. 1—9, 15, 16), заключаются, прежде всего, в разном содержании в них TiO_2 (от 2,37 до 12,45 — в первых и 0,58—0,76 % — во вторых) и P_2O_5 (соответственно, 0,75—1,99 и 0,07—0,33 %), в разном значении общей железистости (31,6—51,7, изредка — 73,2 и 19,5—22,0 %) и щелочности ($K_{\text{гип}}$ — до 0,72—1,06 и 0,55—0,67 %). Повышенная щелочность исследованных пород, вероятно, объясняется наличием в них клинопироксенов с более высоким, чем в обр. 243 (табл. 1, ан. 4), содержанием эгиринового минала. Осо-

Таблица 4. Содержание элементов-примесей в пироксеновых горнблендитах, околоскарновых диопсидовых породах, лейкократовых и ильменитсодержащих кальцифирах, г/т

Table 4. Content of elements-impurities in pyroxene hornblendites, circumscarn diopside rocks, leucocratic and ilmenite-containing calciphyres, g/t

Порода	Mn	Ni	Co	Ti	V	Cr	Zr	Nb	La	Y	Ba	Sr
Пироксеновые горнблендиты — скв. 94, 8-а, 65, 88, 246 ($n = 13$)	860	355	36	11 160	191	360	110	47	57	24	820	250
Пироксенит щелочной, Бегим-Чокракский уч-к ($n = 17$)	1700	170	20	>10 000	180	117	105	20	—	15	—	—
Горнблендиты Корсак-Могилы — скв. 44, 40 ($n = 35$)	990	650	55	4 000	110	1300	27	0,6	—	—	700	70
Околоскарновые диопсидовые породы — скв. 159 ($n = 6$)	500	177	18	5 715	115	173	54	11	—	14	—	—
Ильменитсодержащие темно-серые кальцифиры — скв. 94 ($n = 19$)	1000	185	18	11 500	61	292	115	35	46	16	1770	540
Лейкократовые кальцифиры и мраморы — скв. 94, 159, 8-а ($n = 30$)	960	160	17	2 970	35	101	40	18	53	12	1410	300

Примечание. Скв. 246, вскрывшая горнблендиты, аналогичные куksунгурским, пробурена Приазовской ГРЭ на Сергеевском месторождении магнетитовых кварцитов (Каменная Могила).

бенность куksунгурских горнблендитов — их более высокая глиноземистость, повышенное содержание K_2O (за счет значительного количества биотита) и несколько меньшее содержание CaO , Fe_2O_3 и Na_2O , что связано с переменным количеством клинопироксена, роговой обманки и биотита. Усредненный химический состав горнблендитов Куksунгура (табл. 5, ан. 11) весьма близок к среднему составу щелочных пироксенитов Бегим-Чокракского проявления (ан. 12), Новополтавского карбонатитового месторождения (ан. 13) и к составу якупирангита из Бразилии (ан. 14) [1]. Известно, что сочетание таких "несовместимых" сидерофильных элементов, как Cr, Ni, Co, с элементами литофильной группы — Nb, TR, Zr и др., характерно для ультрабазитов карбонатитовых комплексов [1, 4]. Поэтому обладающие подобными особенностями пироксеновые горнблендиты Куksунгура можно с уверенностью относить, как и дайковые горнблендиты Западного Приазовья [4], к производным щелочно-ультраосновной формации. В то же время пироксеновые горнблендиты Корсак-Могила, для которых характерно существенное преобладание сидерофильных элементов над литофильными, должны быть отнесены к обычным производным основных плутонических пород нормального петрохимического ряда семейства пироксенитов-горнблендитов (основных ультрамафитов).

Изотопный возраст (определенный с помощью K-Ar метода) амфибола из пироксеновых горнблендитов Куksунгура (скв. 8-а, гл. 161,25 м) соответствует 2100 млн лет [8]. Он вполне сопоставим с изотопным возрастом амфибола (K-Ar метод) из дайки горнблендитов с. Шевченко на р. Обиточная — 1950 млн лет [4] и с изотопным возрастом щелочного пироксенита (по сфену) из Бегим-Чокракского проявления карбонатитов — 2020 млн лет [12]. Эти данные свидетельствуют о том, что формирование всех упомянутых участков происходило приблизительно одновременно в раннем протерозое (1950—2100 млн лет) в платформенный этап развития региона.

Состав кальцифиров, вмещающих горнблендиты. Пироксеновые горнблендиты Куksунгура, как уже отмечалось, залегают чаще всего среди кальцифиров (скв. 94, реже 8-а, 159), встреченных преимущественно на центральном и промежуточном участках данного мес-

торождения и иногда среди биотит-рогово-обманково-плагиоклазовых гнейсов (скв. 65 и 246, пробуренная Приазовской ГРЭ на Сергеевском месторождении магнетитовых кварцитов) и мигматитов (скв. 88). Среди карбонатных пород Куksунгурского месторождения, детально описанных в литературе [15, 17], выделяются наиболее широко развитые высокомагнезиальные флогопит-диопсид-форстеритовые кальцифиры, а также флогопит-амфибол-диопсидовые, флогопит-серпентиновые (офикальциты) их разности и доломит-кальцитовые мраморы. Реже встречаются околоскарновые магнетит-роговообманково-диопсидовые породы со скаполитом (скв. 159). Не останавливаясь на детальном описании карбонатных пород, отметим, что наше внимание привлекли только весьма редкие для карбонатных пород ильменитсодержащие кальцифиры, которые могли образоваться (как один из возможных вариантов таких преобразований) в процессе глубокой высокотемпературной карбонатизации и метасоматической переработки пироксеновых горнблендитов с повышенным содержанием TiO_2 . Именно эти процессы, вероятно, привели к возникновению меланократовых ильменит- и сфенсодержащих кальцифиров с аномально высоким содержанием TiO_2 (до 3,44 %). Краткое сообщение о находке таких пород в скв. 94 на месторождении Куksунгур ранее было опубликовано [10]. Сводный (неполный) разрез по скв. 94, в которой ильменитсодержащие кальцифиры представлены наиболее полно, приведен в табл. 6.

В отличие от обычных (без повышенного содержания TiO_2) светлых кальцифиров, рассматриваемые довольно меланократовые их разности обогащены как ильменитом и сфеном, так и силикатными породообразующими минералами. Они характеризуются темно-серым цветом, неравномерной зернистостью, слабо полосчатым, пятнистым, реже почти массивным сложением. Контакты темно-серых и светлых кальцифиров нечеткие, расплывчатые, в то же время между кальцифирами и пироксеновыми горнблендитами контакты обычно резкие, хотя иногда отмечаются "размытые" контакты, когда тонкие (до 2—3 мм) сближенные и изогнутые прослойки обогащенных ильменитом (до 12—15 %) горнблендитов или сланцев (?) (кальцит-тремолит-серпентин-флогопит-ильменит) "растворяют"

ся" в темном однотонном кальцифоре, образуя при этом структуру типа "конского хвоста".

Под микроскопом структура исследованных кальцифиров лепидогранобластовая, реже пятнистая, текстура неотчетливо полосчатая. Минеральный состав, %: кальцит — 15—50, доломит — 0—15, оливин — 0—40, диопсид — 0—25, флогопит — 0—40, серпентин — 0—20; реже встречаются тремолит — до 10, шпидель — от единичных зерен до 2—3, хлорит бесцветный — 0—5, графит, ильменит — от 2—3 до 6—8, циркон, апатит — 0—1, сфен — 0—1, магнетит — 0—2, пирротин — 0—5, пирит, арсенопирит, никелин, антимонит, молибденит, барит. В сравнении с лейкократовыми кальцифирами ($f_{\text{общ}} = 3,2\text{—}9,9\%$), в которых породообразующие минералы (оливин, клинопироксен, флогопит) представлены высокомагнезиальными разновидностями [15],

нель — от единичных зерен до 2—3, хлорит бесцветный — 0—5, графит, ильменит — от 2—3 до 6—8, циркон, апатит — 0—1, сфен — 0—1, магнетит — 0—2, пирротин — 0—5, пирит, арсенопирит, никелин, антимонит, молибденит, барит. В сравнении с лейкократовыми кальцифирами ($f_{\text{общ}} = 3,2\text{—}9,9\%$), в которых породообразующие минералы (оливин, клинопироксен, флогопит) представлены высокомагнезиальными разновидностями [15],

Таблица 5. Химический состав щелочных метатрабазитов (пироксеновых горнблендитов), %

Table 5. Chemical composition of alkaline metatrabasites (pyroxene hornblendites), %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	43,15	42,60	39,02	39,98	24,98	33,68	42,62	47,43	56,35	47,70	41,53
TiO ₂	9,02	7,02	5,78	3,29	12,45	2,61	2,43	2,57	2,37	2,47	5,28
Al ₂ O ₃	5,62	4,29	3,64	6,42	11,92	5,13	7,56	5,52	8,80	4,95	6,54
Cr ₂ O ₃	0,14	0,28	0,10	0,20	0,36	0,06	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,12	0,28 (n = 6)
Fe ₂ O ₃	8,68	6,14	2,54	7,11	1,95	5,52	4,76	3,79	2,58	4,66	4,79
FeO	14,30	11,44	13,30	10,44	22,02	8,87	8,97	9,21	9,80	11,35	12,04
MnO	0,15	0,23	0,15	0,19	0,13	0,31	0,04	0,24	0,18	0,30	0,18
MgO	4,56	13,74	10,09	10,41	12,54	12,28	8,46	15,69	8,36	15,26	10,68
CaO	5,80	8,13	17,30	16,04	4,14	19,32	13,72	8,95	4,31	9,21	10,86
Na ₂ O	0,43	0,70	0,40	0,35	1,05	0,20	0,49	0,60	0,26	0,48	0,50
K ₂ O	4,72	3,14	2,10	2,05	3,10	2,10	2,35	2,70	0,40	1,60	2,52
P ₂ O ₅	0,75	0,48	0,43	0,41	1,99	0,31	0,19	0,18	0,56	0,29	0,59
S	0,02	0,02	0,11	0,21	0,52	0,06	—	0,22	Не обн.	0,04	0,13
H ₂ O ⁻	0,18	0,05	0,20	0,54	0,12	0,57	0,52	Следы	0,07	0,10	0,25
П. п. п.	2,41	1,74	4,98	2,19	2,98	8,68	2,05	1,79	5,74	1,73	3,62
Сумма	99,92	99,99	100,09	99,73	99,99	99,67	100,39	99,60	99,78	100,45	99,79
$f_{\text{общ}}$	73,2	41,3	46,7	47,8	51,7	39,2	46,8	31,6	45,2	36,8	47,1
f_0	0,35	0,33	0,15	0,38	0,08	0,36	0,32	0,27	0,19	0,27	0,27
$K_{\text{ап}}$	1,03	1,06	0,79	0,43	0,43	0,50	0,43	0,72	0,10	0,51	0,61
Na ₂ O + K ₂ O	5,15	3,84	2,50	2,40	4,15	2,30	2,84	3,30	0,66	2,08	3,02
<i>Петрохимические коэффициенты, по Н.П. Семенко</i>											
<i>F</i>	53,1	30,9	26,8	27,8	39,8	21,5	25,8	22,6	31,2	26,8	30,3
<i>A</i>	9,5	5,5	4,4	7,5	14,1	5,6	10,5	7,0	16,0	6,0	8,6
<i>M</i>	19,6	44,7	30,8	30,7	37,3	34,2	29,4	49,9	38,5	46,9	35,3
<i>C</i>	17,8	18,9	38,0	34,0	8,8	38,7	34,3	20,5	14,3	20,3	25,8
<i>O</i>	0,27	0,24	0,09	0,30	0,04	0,28	0,24	0,19	0,12	0,18	0,18

Примечание. Сумма компонентов приведена с вычетом 1/2 S. *Анализы*: 1 — пироксеновый горнблендит, скв. 8-а, скв. 246, гл. 39,0—39,2 м; Сергеевское месторождение магнетитовых кварцитов, обр. 575; 3 — пироксеновый горн-4 — то же, скв. 94, гл. 533,0 м; там же, обр. 94/29-а; 5 — то же на контакте с темно-серым ильменитсодержащим гл. 306,0 м; там же, обр. 94/8; 6 — пироксеновый горнблендит, скв. 94, гл. 451,0 м; там же, обр. 94/27; 7 — то же, скв. носа, 1979); 8 — горнблендит, скв. 65, гл. 235,5—236,5 м; там же, обр. 526; 9 — горнблендит метасоматически измененный биотитизированный, дайка мощностью 1,5 м в гранитах; карьер в с. Елисеевка [4]; 11 — пироксеновый щелочной пироксенит; Бегим-Чокракское проявление (среднее из 11 анализов) [12]; 13 — то же; Новополтавское рангит из карбонатитового комплекса Якупиранга, Бразилия [1]; 15 — горнблендит двупироксеновый, скв. 44, ослюденелый, скв. 40; там же, обр. 40/4 [12]; 17 — амфиболит плагиоклазовый, скв. 8-а, гл. 403,0 м; Куksунгур, 0,01 CoO, 1,58 SO₃, 0,60 CO₂; ан. 8 — 0,82 CO₂; ан. 10 — 0,11 CO₂, 0,03 NiO, сл. CoO, 0,02 V₂O₅, 0,01 Nb₂O₅, 0,12 SO₃; ан. 17 — 0,01 NiO, 0,005 CoO, 0,03 SO₃, 0,12 C_{орг}. Анализы выполнены в химических лабораториях ИГМР сук (ан. 1—6, 9), А.Я. Ротарь (ан. 15), Т.И. Сатарова (ан. 8) и ПГО Укрчерметгеология — аналитик М.П. Бид-

исследованные ильменитсодержащие кальцифиры всегда имеют заметно более высокую общую железистость (до 30,0—46,1 %).

Кальцит — изометричные и ксеноморфные зерна с характерными полисинтетическими двойниками. Как видно из результатов химического анализа, кальциты из ильменитсодержащих темно-серых кальцифиров (табл. 3, ан. 1—3), в сравнении с таковыми из лейкократовых карбонатных пород (ан. 4—6), ха-

	12	13	14	15	16	17
	42,05	38,54	38,38	50,60	48,08	48,10
	5,22	5,63	4,32	0,53	0,76	0,99
	3,66	3,16	6,15	4,95	7,28	18,12
	—	—	—	—	—	0,005
	5,86	9,92	11,70	3,42	2,96	3,76
	10,06	10,14	8,14	5,75	5,65	6,02
	0,24	0,41	0,16	0,20	0,15	0,16
	10,98	9,84	11,47	17,90	19,59	6,45
	16,38	15,52	18,60	13,50	9,24	8,74
	0,94	1,84	0,78	1,44	1,59	3,12
	0,96	1,05	0,13	0,32	2,13	2,04
	0,25	0,89	0,17	0,07	0,33	0,41
	—	0,47	—	Следы	—	0,01
	0,31	0,13	0,18	0,05	—	0,30
	2,70	0,96	0,54	0,70	1,84	1,95
	99,79	100,04	100,72	99,89	99,72	100,34
	44,4	52,7	47,9	22,0	19,5	45,5
	0,34	0,47	0,56	0,35	0,32	0,36
	0,76	1,35	0,23	0,55	0,67	0,40
	1,90	2,89	0,91	1,76	3,72	5,16
	26,2	32,5	27,7	14,3	13,8	21,0
	4,4	3,8	6,5	5,7	8,6	28,5
	33,5	29,9	30,4	51,9	58,0	25,6
	35,9	33,8	35,4	28,1	19,6	24,9
	0,26	0,44	0,64	0,27	0,24	0,28

гл. 160,25 м; Куксунгур, обр. 240; 2 — горнблендит, блендит, скв. 8-а, гл. 211,5—212,0 м; Куксунгур, обр. 243; флогопит-диопсид-форстеритовым кальцифиром, скв. 94, 94, гл. 500,0 м; там же, обр. 94/500 (анализ В.П. Кривоненный, скв. 94, гл. 639,0—640,5 м; там же, обр. 582; 10 — горнблендит; Куксунгур — среднее из 9 анализов; 12 — месторождение — среднее из 10 анализов [3]; 14 — якупи-гл. 172,5—174,0 м; Корсак-Могила, обр. 683; 16 — то же обр. 619. Кроме того, определено, %: ан. 7 — 0,04 NiO, 0,02 TR₂O₃; ан. 13 — 1,54 CO₂; ан. 15 — 0,46 CO₂; ан. 16 — им. Н.П. Семененко НАН Украины, аналитики О.П. Краиенко (ан. 17).

рактеризуются присутствием минала SrCO₃, минимальным для исследованных пород количеством минала CaCO₃ и максимальным — MgCO₃, FeCO₃ и MnCO₃. С помощью спектрального анализа в кальцитах выявлены, г/т: Mn — 500—1000, Ce — 500, La — 400, Y — 10—15, Pb — 200, Zn — 200, Ba — 2000—3000, Sr — 2500—4000, Mo — 2.

Доломит образует округлые и ксеноморфные зерна, иногда с пересекающимися полисинтетическими двойниками, нередко замещается менее прозрачным кальцитом. Согласно установленному химическому составу (табл. 3, ан. 7, 8), доломиты содержат примерно равное количество миналов CaCO₃ и MgCO₃ с некоторым преобладанием первого. Доломит из флогопит-диопсид-форстеритового кальцифира (ан. 7), в сравнении с таковым из шпинель-флогопит-форстеритового мрамора (ан. 8), характеризуется повышенным содержанием минала FeCO₃, в то же время содержание минала MnCO₃ в них одинаковое. Элементы-примеси в доломитах практически те же и в таких же количествах, как и в кальцитах.

Оливин из ильменитсодержащих кальцифиров наблюдается в виде зерен округлой формы, часто он в значительной степени серпентинизирован, особенно в офикальцитах. Этот процесс сопровождался "сбросом" метаморфогенного магнетита, который в сочетании с другими признаками (наличие ильменита, повышенное содержание темноцветных породообразующих минералов) придает рассматриваемым породам темно-серый цвет. Судя по показателям преломления ($n_g = 1,709$; $n_p = 1,670$), оливин с $f_{общ} = 18,0\%$ представлен хризолитом. Поскольку в лейкократовых кальцифирах оливин всегда представлен форстеритом с $f_{общ} =$ до 2,5 % [15], эти породы на Куксунгурском месторождении всеми исследователями традиционно описываются как флогопит-диопсид-форстеритовые. С помощью спектрального анализа в оливинах установлены, г/т: Ni — 50, Co — 50, Ti — 400—600, Cr — 20—60.

Клинопироксен — короткопризматические, нередко реликтовые зерна, бесцветный, реже бледно-зеленоватый, плеохроизм отсутствует. Судя по химическому составу (табл. 1, ан. 1), ему свойственна высокая кальциевость ($\overline{Ca} = 48,1\%$), умеренная глиноземистость ($al = 4,9\%$), низкие значения щелочности, общей железистости (11,3 %) и степени окисле-

ния железа (0,15), что свидетельствует о принадлежности его к клинопироксенам диопсид-геденбергитового ряда, а конкретно — к диопсиду. В нем установлены, г/т: Ni — 40, Co — 30, Ti — 600, V — 50, Cr — 60, Y — 10.

Флогопит широко развит в карбонатных породах Куксунгура. Он представлен бледно-кремовыми и бледно-оранжевыми чешуйками и пластинками, интенсивность окраски которых возрастает по мере увеличения их общей железистости. Как следует из результатов химического анализа (табл. 2, ан. 4), в ильменитсодержащем кальцифире флогопит представлен железистой ($f_{\text{общ}} = 31,3 \%$), барийсодержащей ($\text{BaO} = 1,20 \%$) и достаточно глиноземистой (52,9 % истонит-сидерофиллитового компонента) разновидностью. В то же время во флогопит-форстеритовом мраморе (табл. 2, ан. 1) и в лейкократовых флогопит-диопсид-форстеритовых кальцифирах (ан. 2, 3) развиты бариевые (ан. 1) или барийсодержащие низкожелезистые флогопиты ($f_{\text{общ}} = 1,7\text{—}7,8 \%$) с изменчивым значением глиноземистости (0,0—87,6 % истонит-сидерофиллитового ком-

понента). В исследованных флогопитах выявлены, г/т: Ni — 200—300, Co — 10—30, Ti — 3000—8000, V — 50—100, Cr — 200—500, Nb — 2—10, Pb — 20—60, Li — 60, Ba — 10000—30000, Mo — 2—10.

Серпентин в процессе относительно низкотемпературного метасоматоза развивается главным образом по оливину, замещая его частично или полностью (в офикальцитах). Обычно он представлен бледно-желтоватым хризотилом, который развивается по трещинкам в оливине, или мелко- и тонколистоватым антитигоритом. Реже встречается зеленовато-бурый идингсит (боулингит). Амфибол представлен бесцветным, реже бледно-зеленоватым тремолитом, который нередко развивается по диопсиду, реже по оливину.

Шпинель — мелкие и редкие ксеноморфные зерна густо-зеленого цвета, рассеянные в общей массе породы; представлена герцинитом.

Хлорит — бесцветные чешуйки, развивающиеся в процессе низкотемпературного метасоматоза по флогопиту, тремолиту или диопсиду.

Таблица 6. Сводный (неполный) разрез по скв. 94

Table 6. Composite (incomplete) section along the borehole 94

Интервал, м	Порода
0,0—100,0	Рыхлые отложения
100,0—291,0	Гнейс графит-гранат-биотитовый мигматизированный, с гл. 220,0 м — гнейс роговообманково-биотит-плагиоклазовый
291,0—340,0	Кальцифир флогопит-диопсид-форстеритовый темно-серый неравномернозернистый не отчетливо рассланцованный ильменитсодержащий с прослоями (до 0,5 см) белого кальцита, светлого зеленовато-серого кальцифира (до 0,4—0,5 см) и зеленовато-черного ослюденелого пироксенового горнблендита (до 1—2 м), с вкрапленностью сульфидов
340,0—369,0	Кальцифир светлый зеленовато-серый флогопит-диопсид-форстеритовый, участками флогопит-серпентиновый, местами с прослоями темно-серых ильменитсодержащих кальцифиров (до 1,0 м), с сульфидной вкрапленностью
369,0—390,0	Гнейс роговообманково-биотит-плагиоклазовый карбонатизированный с пластовыми телами ослюденелых пироксеновых горнблендитов (до 2,5 м) и светлых зеленовато-серых кальцифиров
390,0—420,0	Керн отсутствует (рудная зона ?)
420,0—440,0	Чередование пластовых тел пироксеновых горнблендитов, темно-серых и светлых зеленовато-серых кальцифиров (реже мраморов) с графит-силлиманит-гранат-биотитовыми гнейсами
440,0—560,0	Кальцифир флогопит-серпентиновый светлый зеленовато-серый с прослоями темно-серых ильменитсодержащих кальцифиров и зеленовато-черных ослюденелых пироксеновых горнблендитов, в интервале 458,0—485,0 м — сланец биотит-графитовый
560,0—638,0	Керн отсутствует (рудная зона ?)
638,0—647,0	Метасоматит хлорит-эпидот-альбитовый по пироксеновому горнблендиту
647,0—694,0	Керн отсутствует (рудная зона ?)

Графит в виде немногочисленных чешуек встречается в ассоциации с кальцитом, доломитом, флогопитом и серпентином.

Ильменит наблюдается в виде таблитчатых и овальной формы зерен (0,1–0,3 мм), участками — с полисинтетическими двойниками. Обычно зерна его рассеяны в общей массе породы без определенной закономерности, но иногда они образуют гнездовидные скопления (до 1,0–1,2 мм) или приурочены к определенным прослоям, чаще обогащенным флогопитом или кальцитом. Иногда наблюдаются сростки ильменита со сфеном, а также частичное замещение ильменита лейкоксеном. Судя по химическому составу (табл. 3, ан. 12, 13), в ильменитах из исследованных кальцифилов обнаружена примесь Cr_2O_3 , V_2O_5 и Nb_2O_5 . Пересчет результатов химических анализов ильменитов на миналы показывает, что они отличаются несколько повышенным содержанием MgTiO_3 и Fe_3O_4 и пониженным — MnTiO_3 , FeAl_2O_4 и Fe_2O_3 . По сравнению с ильменитами из щелочных пироксенитов Бегим-Чокракского проявления [12], исследованные минералы характеризуются несколько более высоким содержанием TiO_2 , MgO , FeO , Cr_2O_3 и даже Nb_2O_5 . В то же время в них установлено меньшее количество Fe_2O_3 , что указывает на низкую фугитивность кислорода в процессе их формирования. С помощью спектрального анализа в исследованных ильменитах обнаружены, г/т: Mn — 2000–6000, Ni — 100–600, Co — 10–20, V — 100–500, Cr — 100–400, Nb — 200–2000, Sn — 10, Pb — 30. Как и в пироксеновых горнблендитах, ильменит служит минералом-концентратом ниобия.

Apatit — мелкие белые и прозрачные короткостолбчатые зерна, которые наблюдаются обычно в виде включений в карбонатах. По химическому составу (табл. 3, ан. 10) апатит из шпинель-флогопит-форстеритового мрамора — типичный фтор-апатит, в котором содержание редкоземельных элементов Y—Ce ряда не превышает 0,40 %. Он характеризуется некоторым дефицитом Ca (4,8 ф. е.) и избытком P (3,06 ф. е.), что, вероятно, связано с погрешностями химического анализа. В апатите установлены, г/т: Mn — 100, Pb — 100, Zn — 200, La — 200, Ce — 400, Y — 50–80, Ba — 600–2000.

Сфен — мелкие округлые зерна бурого цвета, встречается преимущественно во флогопит-

амфибол-диопсидовых и значительно реже — во флогопит-диопсид-форстеритовых кальцифилах. Он часто ассоциирует с ильменитом, по которому иногда развивается в виде каемки. В нем выявлены, г/т: V — 100, Cr — 300–1000, Nb — 300–1000, La — 60, Y — 30–50, Ba — 2000.

Магнетит присутствует в виде рассеянной вкрапленности в кальцифилах, изредка наблюдаются его сростки с пирротинном или пиритом. В меланократовых кальцифилах иногда отмечается более поздний магнетит, образующийся при серпентизации оливина. С помощью спектрального анализа в образце магнетита, который объединяет как наиболее ранние, так и наиболее поздние его выделения, обнаружены, г/т: Mn — 200, Ni — 2000, Co — 300, Ti — 100, Cr — 10, Cu — 300.

Пирротин в виде вкрапленности часто наблюдается как в мелано-, так и в лейкократовых разностях кальцифилов. Иногда он слагает гнездо- и прожилковидные (в виде прослоев мощностью до 1,0 см) выделения. Химический анализ пирротина приведен в табл. 3, ан. 14. В нем установлены, г/т: Mn — 1000–2000, Ni — 500–1000, Co — 100–200, Ti — 6000–10000, Cu — 100–500, Pb — 60, Zn — 150–200, Cr — 200–1000, Nb — 10–30, V — 10.

Среди мелано- и лейкократовых флогопит-амфибол-диопсидовых кальцифилов в скв. 159 встречены прослои зеленовато-темно-серых довольно меланократовых магнетит-рогово-обманково-диопсидовых околоскарновых пород мощностью до 2,0 м (гл. 479,0–481,0 м), сложенных крупными зернами бесцветного или бледно-зеленого клинопироксена (диопсид- и салит-авгита), зернами зеленой роговой обманки и бледно-зеленого актинолита, зеленовато-бурого биотита, кальцита и магнетита. Вблизи контакта с прожилками гранита в этих породах иногда появляются скаполит, плагиоклаз и калиевый полевой шпат. Околоскарновые породы, как и меланократовые кальцифиры, характеризуются также несколько повышенным содержанием ильменита (2–3 %) и сфена (до 1–2 %).

Среднее содержание элементов-примесей в меланократовых ильменитсодержащих, лейкократовых кальцифилах и околоскарновых породах приведено в табл. 4. Если по содержанию Mn, Ni, Co, La, Y, Ba ильменитсодержащие и лейкократовые кальцифиры близки друг другу, то по содержанию других микро-

элементов они существенно различны. Так, в первых Ti больше в 4 раза, Cr, Zr — в 3 раза, V, Nb — в 2 раза. В околоскарновых породах и ильменитсодержащих кальцифирах содержатся близкие количества только Ni, Co, Y, в то время как в первых в 2 раза меньше Mn, Ti, Cr, Zr, в 3 раза — Nb и в 2 раза больше V. Привлекает внимание большое сходство значений содержания элементов-примесей между иль-

менитсодержащими кальцифирами и ослюденелыми горнблендитами Куксунгура: Mn, Ti, Cr, Zr, La, Y. Но в первых установлено в 2 раза меньше Ni, Co, Nb, в 3 раза — V и в 2 раза больше — Ba и Sr.

Химический состав кальцифиров и изотопный состав углерода и кислорода слагающих их кальцитов. Химический состав карбонатных пород Куксунгура приведен в табл. 7. По со-

Таблица 7. Химический состав карбонатных пород, %

Table 7. Chemical composition of carbonate rocks, %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	31,42	24,20	30,02	22,52	33,68	18,87	35,42	20,38	14,92	11,80	17,06	47,62
TiO ₂	3,44	2,53	2,15	1,97	1,89	1,48	1,09	1,04	0,94	0,84	0,72	0,58
Al ₂ O ₃	5,48	4,09	5,77	4,74	2,84	2,19	1,73	1,39	1,99	1,37	1,66	2,35
Fe ₂ O ₃	4,72	4,28	4,86	3,80	2,52	3,98	1,94	4,31	1,67	0,69	3,06	1,97
FeO	12,51	9,94	5,79	3,70	15,80	3,58	5,90	6,12	2,27	3,45	2,57	6,65
MnO	0,11	0,11	0,07	0,02	0,16	0,06	0,14	0,11	0,07	0,13	0,08	0,04
MgO	11,03	12,88	14,20	12,21	12,53	16,66	10,25	14,72	17,18	18,39	15,98	14,68
CaO	19,20	22,87	20,98	25,45	19,55	27,41	21,43	27,14	29,82	30,97	28,66	20,47
Na ₂ O	0,04	0,40	0,33	0,23	0,30	0,20	0,05	0,30	0,20	0,28	0,15	0,45
K ₂ O	2,25	1,60	1,90	1,36	1,00	1,00	0,70	0,70	0,40	0,56	0,59	0,36
P ₂ O ₅	0,39	0,46	0,33	0,23	0,40	0,24	0,26	0,33	0,14	0,38	0,38	0,23
S	0,20	0,34	0,53	—	0,33	0,69	0,01	Следы	1,02	—	0,47	0,06
SO ₃	0,17	—	—	0,85	—	—	0,14	—	—	—	—	—
CO ₂	8,21	—	—	18,42	—	—	17,09	20,20	25,35	28,79	—	—
H ₂ O ⁻	0,26	0,15	0,09	0,42	0,14	0,11	—	0,10	0,14	Следы	0,27	0,04
П. п. п.	0,72	15,85	12,76	3,58	8,73	23,46	3,77	3,31	3,88	2,20	28,23	4,13
Сумма	100,05	99,53	99,52	99,52	99,71	99,59	99,92	100,33	99,54	99,85	99,65	99,60
f _{общ}	46,1	37,7	28,8	24,8	45,0	19,5	30,0	27,8	11,2	11,2	15,8	24,5
f ₀	0,25	0,28	0,43	0,48	0,13	0,50	0,23	0,39	0,40	0,14	0,52	0,22
K _{ант}	0,45	0,58	0,45	0,39	0,58	0,64	0,46	0,86	0,35	0,74	0,51	0,45
<i>Петрохимические коэффициенты, по Н.П. Семененко</i>												
F	25,8	20,0	15,4	11,1	26,8	9,7	14,0	13,9	5,2	5,2	7,4	13,5
A	6,0	4,2	6,1	5,1	2,9	2,1	2,3	1,4	1,9	1,3	1,7	2,7
M	30,3	33,3	38,1	33,6	33,1	40,4	33,4	36,4	41,4	42,3	39,7	41,8
C	37,9	42,5	40,4	50,2	37,2	47,8	50,3	48,3	51,5	51,2	51,2	42,0
O	0,17	0,19	0,38	0,46	0,07	0,50	0,15	0,32	0,34	0,08	0,53	0,14

П р и м е ч а н и е. Сумма компонентов приведена с вычетом 1/2 S. *Анализы:* 1 — ильменитсодержащий флогопит-330,0 м; Куксунгур, обр. 390; 2 — то же, там же, гл. 291,5—293,5 м; обр. 578; 3 — то же, там же, гл. 446,5—447,5 м; гл. В.П. Кривоноса, 1979); 5 — то же, там же, гл. 330,0 м; обр. 94/13; 6 — то же, там же, гл. 527,0—529,0 м; обр. 581; там же, гл. 312,8—313,6 м; обр. 389; 9 — кальцифир флогопит-диопсид-серпентиновый (офикальцит) ильменитсодержащий, скв. 8-а, гл. 198,0 м; там же, обр. 8-а/198 [7]; 11 — кальцифир флогопит-серпентиновый (офикальцит) ильменитсодержащий, обр. 669; 12 — магнетит-роговообманково-диопсидовая околоскарновая порода ильменитсодержащая, там же, диопсид-форстеритовый сульфидизированный, скв. 94, гл. 348,0—349,0 м; там же, обр. 391; 14 — то же, с редкой там же, обр. 671; 15 — кальцифир, скв. 94, гл. 355,6 м; там же, обр. 94/355 (анализ В.П. Кривоноса, 1979); 16 — 17 — кальцифир флогопит-диопсид-форстеритовый, там же [15]; 18 — то же, скв. 8-а, гл. 207,0 м; там же, обр. 8-а/207; там же, обр. 94/510 (анализ В.П. Кривоноса, 1979). Кроме того, определено, %: ан. 4 — 0,02 NiO, 0,004 CoO, 0,06 C_{орг}; ан. 9 — сл. Cr₂O₃, NiO, CoO, 0,06 C_{орг}; ан. 13 — сл. Cr₂O₃, NiO, CoO, 0,20 C_{орг}; ан. 15 — 0,002 Cr₂O₃; лаборатория ИГМР им. Н.П. Семененко НАН Украины, аналитики О.П. Красюк (ан. 2, 3, 5, 6, 11, 12, 14), Т.И. Сата метгеология, аналитик М.П. Бидриенко (ан. 1, 7).

держанию TiO_2 условно среди них выделены меланократовые ильменитсодержащие кальцифиры с содержанием TiO_2 — 0,58—3,44 % (ан. 1—12) и лейкократовые их разности, в которых количество TiO_2 не превышает 0,08—0,35 % (ан. 13—19). Для всех типов кальцифиров характерны низкая и умеренная щелочность ($K_{анп} = 0,35—0,86$), заметно колеблющееся содержание глинозема ($Al_2O_3 = 0,85—$

5,77 %), изменчивая степень окисления железа (0,10—0,64) и низкое содержание P_2O_5 (0,11—0,46 %). Для темно-серых ильменитсодержащих кальцифиров характерна повышенная общая железистость (до 45,0—46,1 %). Лейкократовым кальцифирам и мраморам свойственна наиболее низкая общая железистость (3,2—9,9 %). Повышенное содержание в кальцифирах MgO (до 18,39 %) свидетельствует о том, что в их составе немаловажную роль играет не только кальцит, но и доломит. Вместе с тем CaO во всех типах кальцифиров всегда заметно преобладает (в 1,5—2,0 раза) над MgO . На диаграмме $SiO_2 - CaO - MgO$ среди исследованных пород выделяются флогопит-диопсид-форстеритовые (ан. 6, 10, 13—15, 17, 18), флогопит-амфибол-диопсидовые (ан. 2, 4, 8, 16), флогопит-серпентиновые (ан. 9, 11) разности, а также мраморы (ан. 19) и околоскарновые магнетит-роговообманково-диопсидовые (ан. 12) породы. Некоторые кальцифиры (ан. 1, 3, 5, 7) на этой диаграмме занимают обособленное положение между пироксен-плагиоклазовыми, флогопит-амфибол-диопсидовыми кальцифирами и скаполит-амфибол-диопсидовыми околоскарновыми породами. На диаграмме $AC (FM)$ Н.П. Семеновко все изученные карбонатные породы располагаются в поле известково-карбонатной подгруппы щелочноземельно-известкового ряда.

Судя по изотопному составу углерода и кислорода в кальцитах из кальцифиров, большинство карбонатных пород темрюкской свиты центральноприазовской серии (неоархей), в том числе и Куксунгура, имеют осадочно-метаморфическое происхождение ($\delta^{18}O_{сред} = 20,6$; $\delta^{13}C_{сред} = -0,7$ ‰) [7]. Иногда среди этих пород встречаются отдельные прослои небольшой мощности (до 0,5—1,0 м), которые по изотопному составу углерода ($\delta^{13}C = -8,2—8,6$ ‰) и кислорода (12,3—13,8 ‰) практически аналогичны амфибол-биотитовым кальцитовым карбонатитам ($\delta^{13}C = -8,1$; $\delta^{18}O = 12,9$ ‰) участка Бегим-Чокрак, расположенного в южной части Черниговского карбонатитового массива (табл. 8) [7, 12].

Подобные факты могут свидетельствовать о том, что и на Куксунгуре приток глубинных щелочных растворов мог приводить к локальному образованию среди кальцифиров, в том числе и ильменитсодержащих, маломощных

	13	14	15	16	17	18	19
	12,82	15,69	14,63	29,98	13,20	12,76	5,74
	0,35	0,30	0,21	0,17	0,08	0,18	0,16
	1,69	2,83	1,12	1,78	1,07	0,85	1,68
	1,41	0,87	2,16	0,14	1,70	0,43	0,47
	1,15	2,43	1,11	1,26	1,71	0,52	0,85
	0,09	0,08	0,02	0,04	0,12	0,04	0,02
	16,86	16,80	17,76	16,20	18,18	16,78	13,86
	31,64	29,86	31,01	28,53	31,36	33,98	33,94
	0,20	0,20	0,18	0,26	0,15	0,22	0,19
	0,40	0,73	0,41	0,56	0,31	0,30	0,41
	0,22	0,28	0,14	0,30	0,11	0,40	0,28
	0,88	0,16	—	—	0,10	—	—
	—	—	0,87	—	—	0,16	0,28
	27,63	—	27,25	20,66	28,10	33,48	38,52
	0,16	0,19	0,67	0,23	0,10	0,21	0,41
	4,27	29,38	2,62	Следы	3,91	Следы	2,95
	99,53	99,72	100,16	100,11	100,15	100,41	99,76
	7,7	9,9	8,8	4,7	9,5	3,2	5,0
	0,53	0,25	0,64	0,10	0,48	0,45	0,33
	0,41	0,38	0,62	0,36	0,52	0,75	0,42
	3,3	4,4	4,1	2,0	4,4	1,3	1,8
	1,6	2,7	1,1	2,8	1,0	0,8	1,7
	40,5	40,8	42,0	42,0	42,2	39,9	35,0
	54,6	52,1	52,8	53,2	52,4	58,0	61,5
	0,56	0,17	0,89	0,06	0,46	0,42	0,25

диопсид-форстеритовый кальцифир, скв. 94, гл. 329,3—обр. 580; 4 — то же, там же, гл. 508,5 м; обр. 94/508 (ана-7 — то же, там же, гл. 302,5—303,5 м; обр. 388; 8 — то же, держащий, там же, гл. 363,0—364,0 м; обр. 392; 10 — кальменитсодержащий, скв. 159, гл. 472,3—474,0 м; там же, гл. 479,0—481,0 м; обр. 670; 13 — кальцифир флогопит-вкрапленностью сульфидов, скв. 159, гл. 481,0—483,0 м; кальцифир, скв. 8-а, гл. 196,0 м; там же, обр. 8-а/196 [7]; 19 — мрамор доломит-кальцитовый, скв. 94, гл. 510,0 м; 0,002 Cr_2O_3 ; ан. 8 — 0,01 Cr_2O_3 , 0,1 NiO, 0,01 CoO, ан. 18 — 0,1 BaO. Анализы выполнены в химических ла-рова (ан. 8, 9, 13), Г.А. Скринник (ан. 18) и ПГО Укрчер-

Таблица 8. Изотопный состав кислорода и углерода в кальцифирах Куксунгура
 Table 8. Isotope composition of oxygen and carbon in calciphyres of Kuksungur

Номер образца	Место взятия		Порода	Минерал	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	Источник
	Номер скважины	Глубина, м					
<i>Куксунгур</i>							
388	94	302,5—303,5	Кальцифир	Кальцит	+1,6	19,2	Данные автора
389	94	312,8—313,6	"	"	+0,5	15,7	" "
390	94	329,3—330,0	"	"	-2,7	18,8	" "
159/115А	159	486,0	"	"	-8,2	12,3	[7]
159/115Б	159	486,0	Кальцифир черный (диопсидовая порода?)	"	-8,6	13,8	[7]
<i>Участок Бегим-Чокрак</i>							
532	151	239,5—241,5	Сёвит амфибол-биотитовый	"	-8,1	12,9	[12]

тел, по соотношению изотопов С и О близких к карбонатитам.

Исследование изотопного состава С и О в кальцитах, выделенных из ильменитсодержащих кальцифиров Куксунгура (табл. 8, пр. 388-390) показало, что характерные для них значения $\delta^{13}\text{C}$ (от +0,5 до -2,7 ‰) и $\delta^{18}\text{O}$ (от 15,7 до 19,2 ‰), вероятно, указывают на их метасоматическое происхождение. Образование обогащенных ильменитом кальцифиров, как уже упоминалось, возможно, происходило в процессе глубинной высокотемпературной метасоматической карбонатизации, наложенной на залегающие среди них пластовые тела (дайки) пироксеновых горнблендитов. На это же указывают близкий состав микроэлементов в этих породах (табл. 4), особенности состава изученных ильменита и кальцита, неравномерное содержание в данных породах FeO и Al_2O_3 и наличие в исследованной толще наиболее обогащенных ильменитом кальцит-тремолит-серпентин-флогопит-ильменитовых горнблендитов (сланцев ?), имеющих нередко промежуточный состав между пироксеновыми горнблендитами и ильменитсодержащими кальцифирами.

Выводы. Выявление на Куксунгурском железорудном месторождении пород щелочно-ультраосновной формации и метасоматически измененных и обогащенных ильменитом карбонатных пород свидетельствует о том, что в южной части Черниговской тектонической зоны, где еще не обнаружены массивы карбонатитов, породы щелочно-ультраосновной формации представлены пластовыми телами и дайками пироксеновых горнблендитов. По составу и геологическим особенностям они подобны дайкам горнблендитов (табл. 5, ан. 10), выявленных в Западном Приазовье [4] также вне связи с Черниговским массивом карбонатитов. Аналогичные породы щелочно-ультраосновной формации, вероятно, присутствуют и в других районах Приазовья и, прежде всего, в бассейне верхнего течения р. Конка (Мокрая и Сухая Конка), где они были установлены В.А. Слипченко [18] и В.Н. Бугаенко [2]. Новые находки пород щелочно-ультраосновной формации могут способствовать выявлению в Приазовье еще не известных массивов щелочных пород и карбонатитов, перспективных на поиски редких металлов и апатита.

1. Андреева Е.Д., Баскина В.А., Богатиков О.А. и др. Магматические горные породы. — М.: Наука, 1983. — Т. 1. — 367 с.
2. Бугаенко В.Н., Бернадская Л.Г., Бутурлинов Н.В. и др. Каталог химических анализов платформенных дайковых и вулканических пород Украины. — Киев: Наук. думка, 1988. — 156 с.
3. Глевасский Е.Б., Кривдик С.Г. Докембрийский карбонатитовый комплекс Приазовья. — Киев: Наук. думка, 1981. — 227 с.
4. Глевасский Е.Б., Кривдик С.Г. Пояс докембрийских даек щелочных метаультрабазитов в Западном Приазовье // Геол. журн. — 1985. — 45, № 4. — С. 58—64.
5. Добрецов Н.Л., Кочкин Ю.Н., Кривенко А.П. и др. Породообразующие пироксены. — М.: Наука, 1971. — 453 с.
6. Жуков Г.В., Андрущенко И.А., Кривонос В.П. Корсак-Стульневская железорудная провинция // Железисто-кремнистые формации Украинского щита. — Киев: Наук. думка, 1978. — Т. 1. — С. 272—304.

7. *Загитко В.Н., Луговая И.П.* Изотопная геохимия карбонатных и железисто-кремнистых пород Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1989. — 315 с.
8. *Каталог изотопных дат пород Украинского щита / Н.П. Щербак, В.Г. Злобенко, Г.В. Жуков и др.* — Киев : Наук. думка, 1978. — 223 с.
9. *Кепежинскас К.Б.* Статистический анализ хлоритов и их парагенетические типы. — М. : Наука, 1965. — 135 с.
10. *Кравченко Г.Л.* Ильменитсодержащие кальцифиры железорудного месторождения Куksунгур (Западное Приазовье) // Геологія і магматизм докембрію Українського щита. — Київ, 2000. — С. 44—46.
11. *Кравченко Г.Л.* Метаморфизованные ультрабазиты и базиты Корсак-Могила (Западное Приазовье) // Мінерал. журн. — 2007. — 29, № 1. — С. 35—43.
12. *Кравченко Г.Л., Кривдик С.Г., Русаков Н.Ф.* Особенности Бегим-Чокракского проявления щелочных ультрабазитов и карбонатитов (Западное Приазовье) // Геохімія та рудоутворення. — 2008. — Вип. 26. — С. 21—45.
13. *Кравченко Г.Л., Яковлев Б.Г.* Об условиях метаморфизма Куksунгурского железорудного месторождения // Геол. журн. — 1986. — 36, № 2. — С. 19—34.
14. *Кривдик С.Г., Ткачук В.И.* Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1990. — 407 с.
15. *Половко Н.И., Сироштан Р.И., Бондарева Н.М. и др.* Карбонатные породы Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1975. — 151 с.
16. *Русаков Н.Ф., Кравченко Г.Л.* К вопросу о структуре Черниговского массива карбонатитов (Приазовье) // Геол. журн. — 1986. — 46, № 4. — С. 112—118.
17. *Сироштан Р.И., Половко Н.И., Бондарева Н.М. и др.* Минералы карбонатных пород Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1976. — 160 с.
18. *Сліпченко В.А.* Петрографічні особливості дайкових порід Західного Приазов'я // Наук. зап. КДУ. — 1957. — 16, вип. 14. — С. 157—162. — (Геол. зб.; № 17).
19. *Neu M.H.* An new review of the chlorites // Miner. Mag. — 1954. — 30. — P. 277.

Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н.П. Семеновко НАН Украины, Киев

Поступила 16.06.2010

РЕЗЮМЕ. Охарактеризовано нижньопротерозойські (2100 млн рр.) збагачені на ільменіт піроксенові горнблендити, виявлені поза масивами порід лужно-ультраосновної формації. Вони утворюють пластові тіла (дайки) серед ільменітвмісних флогопіт-діопсид-форстеритових кальцифірів і амфібол-біотитових гнейсів на Куksунгурському залізорудному родовищі. За вмістом елементів-домішок розглянуті породи, найбільш подібні до лужних піроксенітів Бегім-Чокракського прояву лужних ультрабазитів і карбонатитів. У піроксенових горнблендитах відсутні лужні породоутворювальні мінерали, але наявний підвищений вміст TiO_2 (2,37—12,45 %), а також поєднання таких "несумісних" елементів, як Cr, Ni, Co, з елементами літофільної групи — Nb, Tr, Zr та ін., що властиво для ультрабазитів карбонатитових комплексів.

SUMMARY. The author gives characteristic to the Paleo Proterozoic (2100 Ma) pyroxene hornblendites enriched in ilmenite confined to the southern continuation of the Chernigovka tectonic zone and having no direct relation to Novopoltavka massif and Begim-Chokrak occurrence of alkaline ultrabasites and carbonatites. The considered rocks form tabular bodies (dykes) 1—10 cm to 1—8 m thick among rather melanocratic ilmenite-bearing. Phlogopite-diopside-forsterite calciphyres and amphibole-biotite gneisses on Kuksungur iron-ore deposit. Their contacts with calciphyres are usually sharp, more rarely merged, when fine (about 5—10 mm) close and bent interlayers of hornblendites as if "dissolve" in the dark monochromatic calciphyre forming the structure of the type of "horsetail". Pyroxene hornblendites (alkaline metaultrabasites) are presented by greenish-dark-grey fine-medium-grained rocks with irregular micatization and general schist formation that make them similar to metamorphic schists. The alkaline rock-forming minerals being absent in these rocks, they have high content of ilmenite (1—2 to 7—8 %) and sphene (2—3 %) that resulted in a rather high content of TiO_2 (2.37 to 12.45 %). Besides, a combination of such "incompatible" siderophylic elements as Cr, Ni, Co with elements of lithophylic group — Nb, Tr, Zr, etc., is peculiar to them, that is characteristic of ultrabasites of carbonatite complexes. As to the content of elements-impurities the investigated rocks are most close to alkaline pyroxenites of Begim-Chokrak occurrence of alkaline ultrabasites and carbonatites. Ilmenite-bearing calciphyres enclosing pyroxene hornblendites are characterized by high content of TiO_2 — from 0.58 to 3.44 %. They were probably formed in the process of deep-seated high-temperature carbonatization and metasomatic processing of pyroxene hornblendites enriched in TiO_2 . In the zones of tectonic activity and high permeability in the process of low-temperature metasomatoses the pyroxene hornblendites were transformed into albite-epidote-chlorite metasomatites which are also characterized by high content of TiO_2 .